

RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

Patent Number: JP1054982
Publication date: 1989-03-02
Inventor(s): SHIMIZU TETSUYA; others: 04
Applicant(s):: CANON INC
Requested Patent: ☐ JP1054982
Application Number: JP19870211735 19870826
Priority Number(s):
IPC Classification: H04N5/92 ; G11B20/12
EC Classification:
Equivalents: JP2699352B2

Abstract

PURPOSE: To record and reproduce a signal of large quantity of information such as high-definition video signal by providing n-pieces of frequency band compression means and frequency band expansion means, recording compressed signals in a recording medium, dividing n-times multiplied information into n-pieces of divisions at the time of expanding the frequency band of a reproduced signal, recording area simultaneously, reproducing them simultaneously, and synthesizing them.

CONSTITUTION: A high definition video signal inputted to an input terminal 5 is sampled and quantized by an A/D converter 10, and a valid image is written in a quad-segmented frame memory 12, then the divisions are supplied respectively to sampling circuits 17-20. In S/I coding circuits 21-24, frame skipping circuits 25-28, and synthesizing circuits 29, the four series modes are processed similarly to each other, and an output from the circuit 29 is supplied to a distribution circuit 31, then high definition video signals in the high definition mode from paired heads 42, 43, and 44, 45 are recorded in the four tracks of a magnetic tape 89. Thereafter, at the time of reproducing, signals are supplied to a quad-segmented frame memory 77 via interpolation circuits 69-72, read out in time division, subjected to a synthesizing circuit 78 and outputted from a terminal 88.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-54982

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月24日

(51) IntCl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 1 0		G 0 2 F 1/1335	5 1 0
G 0 2 B 5/30			G 0 2 B 5/30	
G 0 2 F 1/133	5 6 0		G 0 2 F 1/133	5 6 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-137579

(22) 出願日 平成9年(1997) 5月13日

(31) 優先権主張番号 特願平8-119897

(32) 優先日 平8(1996) 5月15日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 森 裕行

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真

フイルム株式会社内

(72) 発明者 中村 卓

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真

フイルム株式会社内

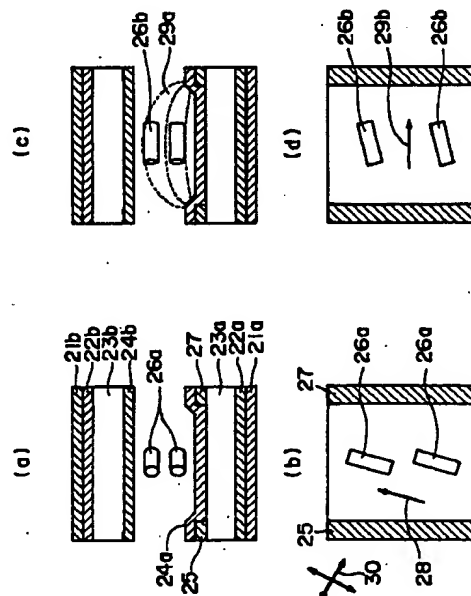
(74) 代理人 弁理士 柳川 泰男

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 正面コントラストを低下させずに、表示コントラスト及び表示色の視野角特性が改善され、広い視野角で階調反転現象が発生しない液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 少なくとも一方に電極を有する一対の透明基板の間に液晶が封入されてなる液晶セル、及び液晶セルの少なくとも一方の側に設けられた偏光板からなり、そして液晶が基板に平行に配向しており、且つ液晶の分子長軸の方向が、液晶セルに付与される電圧の変化により、基板に平行な面内で変化するように構成されている液晶表示装置において、液晶セルと少なくとも一方の偏光板との間に光学補償シートが備えられており、そして該光学補償シートが、光学的に負の一軸性を有しかつその光軸が基板面に対して略平行であることを特徴とする液晶表示装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一方に電極を有し、互いに平行な関係にある一対の透明基板の間に液晶が封入される液晶セル、及び液晶セルの少なくとも一方の側に設けられた偏光板からなり、そして液晶が基板に平行に配向しており、且つ液晶の分子長軸の方向が、液晶セルに付与される電圧の変化により、基板に平行な面内で変化*

$$20 \leq (n_x - n_y) \times d \leq 1000$$

$$0 \leq |(n_x - n_z) \times d| \leq 200$$

(但し、 n_x 及び n_y はシートの面内の主屈折率を表わし、 n_z はシートの法線方向の主屈折率を表わし、そして d はシートの nm 換算の厚さを表わす) を満足する請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】 光学補償シートが、負の固有複屈折を有するポリマーからなる請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項4】 光学補償シートが、スチレン系ポリマーのフィルムである請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項5】 液晶セルが、基板面に略平行に電圧を印加する手段を備えている請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項6】 液晶セルの少なくとも一方の基板が、保護絶縁膜を備えている請求項5に記載の液晶表示装置。

【請求項7】 液晶が、ネマチック液晶である請求項5に記載の液晶表示装置。

【請求項8】 液晶が、強誘電性液晶又は反強誘電性液晶である請求項1に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、表示コントラスト及び表示色の視野角特性が改善された液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 日本語ワードプロセッサやデスクトップパソコン等のOA機器の表示装置の主流であるCRT (cathode-ray tube) は、薄型軽量、低消費電力という大きな利点をもった液晶表示装置に置き換わってきている。しかしながら、液晶表示装置は、表示性能、特にその視野角特性において、CRTに比べて劣っている。現在普及している液晶表示装置 (以下LCDと称す) の多くは、ねじれネマティック液晶を用いている。このような液晶を用いた表示方式としては、複屈折モードと旋光モードとの2つの方式に大別できる。

【0003】 複屈折モードを用いたLCDでは、液晶分子配列がねじれ角 90° を超えるねじれたもので、急峻な電気光学特性をもつ為、能動素子 (薄膜トランジスタやダイオード) が無くても単純なマトリクス状の電極構造でも時分割駆動により大容量の表示が得られる。しかし、応答速度が遅く (数百ミリ秒)、また諧調表示が困難という欠点を持ち、このため能動素子を用いた下記の旋光モードに従う液晶表示装置 (TFT-LCDやMI

* するように構成されている液晶表示装置において、

液晶セルと少なくとも一方の偏光板との間に光学補償シートが備えられており、そして該光学補償シートが、光学的に負の一軸性を有しかつその光軸が該シート面に対して平行であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 光学補償シートが、下記の条件 (1) 及び (2) :

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

M-LCDなど) の表示性能を越えるまでにはいたらない。

【0004】 TFT-LCDやMIM-LCDには、液晶分子の配列状態が 90° ねじれた旋光モードの表示方式 (TN型液晶表示装置) が用いられている。TN型液晶表示装置は、一対の透明電極を有する基板と、その基板間に封入されたネマティック液晶からなる液晶セルとその両側に配置された偏光板から構成される。この旋光モードの表示方式は、応答速度が数十ミリ秒程度であり、高い表示コントラストを示すことから他の方式のLCDと比較して最も有力な方式である。しかし、ねじれネマティック液晶を用いている為に、表示方式の原理上、見る方向によって表示色や表示コントラストが変化するという視野角特性上の問題があり、CRTの表示性能を越えるまでにはいたらない。

【0005】 上記視野角特性を改善する (視野角を拡大する) ため、位相差膜 (光学補償シート) を偏光板とTN型液晶セルとの間に設置することが提案され、これまで種々の光学補償シートが提案されている。光学補償シートの設置は、ある程度視野角の拡大をもたらしたが、これまでのところCRTの代替となるほどの広い視野角は実現困難である。

【0006】 最近になって、本質的に視野角の拡大が可能な自己補償型液晶セルが提案された (例、特開平7-84254号公報、及び米国特許第5410422号明細書)。上記液晶セルは、ベンド配向可能な液晶を有し、液晶の分子長軸の方向が、基板間の液晶層の液晶の分子長軸の方向が、液晶層の中心線に関して対称の自己補償型セルである。このようなセルは本質的に拡大した視野角を示す。更に、第42回春の応用物理学会予稿集 (29a-SZC-20、1995年) に見られるように、この考え方を反射型LCDに応用したHANモード (Hybrid-aligned-nematic mode) 液晶セルが提案されている。即ち、このHANモード液晶セルは、上記ベンド配向の自己補償型セルの液晶層の上側を利用している。上記自己補償型液晶セルにより、視野角の拡大をもたらすが、CRTの代替となるほどの広い視野角を実現することはできない。本出願人は、このような自己補償型液晶セルに好適な光学補償シートを有する液晶表示装置をすでに出願している (特願平8-322321号)。

【0007】 前記のTN型液晶表示装置及び自己補償型

液晶表示装置は、基板に垂直に電界を印加することにより表示が行なわれる。電界の無印加、印加により、液晶の分子長軸が基板に略平行、そして略垂直と変化することにより、即ち基板に垂直な面での液晶の分子長軸の方向の変化により表示が行なわれる。このため、表示画面を見る方向により、液晶の層のレターデーションが大きく変化することになり、表示色や表示コントラストが大きく変化する。電界の印加方向が、上記のように基板に垂直ではなく、基板にほぼ平行に行なう表示方式が提案されている（特開平7-261152号公報、及びASIA DISPLAY'95（The Institute of Television Engineers of Japan & The Society for Information Display発行、577～580頁、707～710頁））。このような基板にほぼ平行に電界を印加することによる表示方式は、IPS（In-Plane Switching）モードと呼ばれる。

【0008】例えば、ASIA DISPLAY'95（577頁）に、IPSモードが下記のように説明されている。図1を参照しながら説明する。図1（A）に電界無印加時におけるIPSモードに従う液晶表示装置の液晶及び光の状態が、そして図1（B）に電界印加時における同じ液晶表示装置の液晶及び光の状態が示されている。図1（A）において、ネマティック液晶分子16が、電極14を有する基板13に平行にホモジニアス配向している。電極を持たない基板17にも同様に平行に配向している。図示されている基板の範囲は画素単位分に相当する。液晶は、基板面上に上記配向状態に保持されて、電界の付与（電圧の付与で形成される）に応答する。ホモジニアス配向した液晶分子の光軸（長軸）方向は、偏光板12の偏光軸とほぼ平行である。偏光板12、19は、それらの透過軸が垂直となるように配置される。このような配置により光11は液晶の層を通過しても偏光されないため、偏光板19を通過することができず、電界無印加で暗（黒）状態を表示することになる。図1（B）において、基板面に平行な電界15を、基板に平行に液晶の層に印加していくと、液晶分子の長軸（光軸）が偏光板12の偏光軸からずれるようになる。その結果、光に、液晶中で異常光線と常光線との速度の差によるレターデーションが発生して（即ち偏光され*

$$20 \leq (n_x - n_y) \times d \leq 1000 \quad \dots (1)$$

$$0 \leq |(n_x - n_z) \times d| \leq 200 \quad \dots (2)$$

（但し、 n_x 及び n_y はシートの面内の主屈折率を表わし（ n_x 及び n_y は互いに垂直の関係にある）、 n_z はシートの法線方向の主屈折率を表わし、そして d はシートのnm換算の厚さを表わす）を満足する。

2) 光学補償シートが、負の固有複屈折を有するポリマーからなる。

3) 光学補償シートが、スチレン系ポリマーのフィルムである。

4) 液晶セルが、基板面に略平行に電圧を印加する手段

*て）、その光が偏光板19の偏光軸を通過できるようになり、透過光量は徐々に増加する。この透過光量の増大により、電界印加で明（白）状態を表示することができる。18は液晶の層を通過した光の偏光状態を表わす。そして液晶分子の光軸（長軸）の偏光軸とのズレが45度の時、最大の透過光量をもたらす。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記IPSモードを利用した液晶表示装置では、基板に対し垂直方向への液晶分子の傾斜はほとんど発生しないため、視野角特性は一段と改善されている。しかしながら、本発明者の検討によれば、このようなIPSモードを利用した液晶表示装置であっても、特定の斜め方向から見た場合に、階調反転の現象あるいは着色が生じ、その方向では視野角が小さくなることが明らかとなった。従って、IPSモードの液晶表示装置をCRTの代替とするためには、この点を改善する必要があることが明らかとなった。本発明は、正面コントラストを低下させずに、表示コントラスト及び表示色の視野角特性が改善され、広い視野角で階調反転現象が発生しない液晶表示装置を提供するものである。特に、本発明は、CRTと代替えが可能な視野角特性に優れた液晶表示装置を提供するものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、少なくとも一方に電極を有し、互いに平行な関係にある一対の透明基板の間に液晶が封入されてなる液晶セル、及び液晶セルの少なくとも一方の側に設けられた偏光板からなり、そして液晶が基板に平行に配向しており、且つ液晶の分子長軸の方向が、液晶セルに付与される電圧の変化により、基板に平行な面内で変化するように構成されている液晶表示装置において、液晶セルと少なくとも一方の偏光板との間に光学補償シートが備えられており、そして該光学補償シートが、光学的に負の一軸性を有しかつその光軸が該シート面に対して平行であることを特徴とする液晶表示装置にある。

【0011】上記本発明の液晶表示装置の好ましい態様は下記のとおりである。

1) 光学補償シートが、下記の条件（1）及び（2）：

（電極が好ましい）を備えている。

5) 液晶セルの少なくとも一方の基板が、保護絶縁層を備えている（あるいは遮蔽電極を備えている）。

6) 液晶が、ネマティック液晶である。

7) 液晶が、強誘電性液晶又は反強誘電性液晶である。

8) 偏光板が液晶セルの両側に設けられている。

9) 液晶表示装置が、ノーマリーブラックモードで駆動する。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の液晶表示装置(LCD)は、少なくとも一方に電極を有する一対の透明基板の間に液晶が封入されてなる液晶セルで、そして液晶が基板に平行に配向し、且つ液晶の分子長軸の方向が、液晶セルに付与される電圧の変化により、基板に平行な面内で変化するように構成されている液晶セルと、この液晶セルの少なくとも一方の側に偏光板を備え、更に液晶セルと偏光板の間に光学補償シートが設けられた基本構成を有している。上記の基本構成を有する液晶表示装置としては、前述の図1のIPSモードで使用される装置を利用することが好適である。本発明の液晶表示装置は、図1の液晶表示装置に更に光学補償シートを備えている。本発明の液晶表示装置の構成の一例を、図2を参照しながら説明する。尚、図1の液晶は電界に対してほぼ垂直に配向しているが、下記図2の液晶は液晶は電界に対してほぼ平行に配向している。これは、液晶の有する誘電率異方性の相違による。図2の(a)及び(b)に、IPSモードで使用される液晶表示装置の電圧無印加状態での液晶分子の配向状態を示し、それぞれ断面図と平面図である。また図2の(c)及び(d)には、上記と同じ液晶表示装置の電圧印加状態での液晶分子の配向状態を示し、それぞれ断面図と平面図である。但し、これらの図は、1画素に相当する程度の極めて小さい面積の領域を示している。

【0013】図2(a)において、透明基板23a上に、一対の帯状の電極25、27が設けられ、これらの電極と透明基板上に保護絶縁膜24aが形成され、一方、透明基板23aの反対側の表面には光学補償シート22a及び偏光板21aがこの順で設けられている。対向する透明基板23b上には、保護絶縁膜24bが形成され、その反対側の表面には光学補償シート22b及び偏光板21bがこの順で設けられている。そしてこれらの透明基板の間隙には液晶分子26aからなる液晶(一般に誘電率異方性が正の液晶)が注入されている。図2(b)は、図2の(a)を上から見た時の平面図(上側の基板積層体は除かれてある)で、液晶分子26aと電極25、27のみ描かれている。28の矢印は、電極上に設けられた配向膜(図示せず)のラビング方向を示し、液晶分子26aの長軸はこの方向に沿ってホモジニアス配向している。30の直交した矢印は、偏光板21a、21bのそれぞれの透過軸の方向を示す。偏光板21aの透過軸の方向は、28の矢印の方向(ラビング方向、かつ液晶の長軸方向)と平行で、偏光板21bの透過軸の方向は、28の矢印の方向と垂直の関係にある。従って、偏光板21aから導入された光は、液晶により偏光されずにそのまま進み、偏光板21bで完全に遮断され、暗表示を示すことになる。

【0014】図2(c)に示すように電極間に電圧が印加された場合、電界29aが生じ、この電界に沿って液晶分子が配向する。26bは配向した液晶分子が示され

ており、電圧の付与によりその長軸の方向が基板と平行な面内で変化していることがわかる。図2(d)は、図2の(c)を上から見た時の平面図で、液晶分子26bと電界の方向29bが示されている。従って、偏光板21aから導入された光は、液晶により偏光され、偏光板21bでは導入された光のかなりの割合が透過し、明表示を示すことができる。図2に示すように、初期(例、電圧無印加時)の液晶の配向状態が、ホモジニアス配向の液晶セルを用いた場合、2枚の偏光板の透過軸30は、ほぼ直交していることが好ましい。初期の液晶の配向状態が、90度のねじれを形成している場合、2枚の偏光板の透過軸30は、ほぼ平行であることが好ましい。図2(c)では、液晶分子は電界に沿って配向したが、液晶の種類によっては(例、誘電率異方性の相違により)、電界に対して垂直になるなどの異なった挙動を示すので、電極の配置等は、一般に液晶の種類に合わせて設計される。本発明では、光学補償シートは二枚の偏光板の間に配置されることが好ましい。また光学補償シートは一枚用いても二枚以上用いても良い。一枚または二枚用いることが好ましく、二枚用いる場合は、図2に示すように、液晶セルをはさむように配置することが好ましい。また、光学補償シートは、その光軸(n_y の方向)が、液晶セルの液晶分子の配向方向とほぼ平行でとなるように配置することが好ましい。

【0015】上記図2で示されるIPSモードによる表示方式は、面内でスイッチングを行なわれるため、見る角度による液晶層でのレターデーションの変化が小さく、視野角が極めて広がったものとなる。しかしながら、本発明者の検討によれば、上記図2で示される液晶表示装置において、光学補償シートを備えてない場合、特定の斜め方向から見た場合に、階調反転の現象が生じ、その方向では視野角が小さくなることが分かった。そして、これは電圧変化に変化に伴うレターデーションの変化が一樣でなくなる方向が存在するためであることも分かった。また、上記IPSモードでは通常複屈折モードが利用されるが、この電圧変化に伴うレターデーションの一樣でない変化のために、着色が生じるとの問題も発生する。また本発明のIPSモードでは、旋光性モードを利用してもよい。その場合、基板表面の配向膜のラビング方向を上下基板で変化させること等により、液晶の分子長軸の平面方向(基板と平行な面内)を、厚さの増加と共に変化させることにより、ねじれさせれば良い。

【0016】本発明では、上記問題を特定の光学特性を有する光学補償シート(22a、22b)を使用することにより解消している。次にその光学補償シートについて説明する。IPSモードでは、通常ネマティック液晶が使用されるが、このネマティック液晶の分子は光学的に正の一軸性を有する。図2(a)、(b)に示されているように、この液晶分子は、(電圧無印加で)基板に

平行にホモジニアス配向している。この液晶分子の主屈折率と本発明で使用される光学補償シートの主屈折率との関係を、図3に示す。液晶層32を構成する正の一軸性を有する液晶分子の屈折率楕円体34、及び液晶層32の上に設けられた光学補償シート31の屈折率楕円体33が示されている。液晶分子の屈折率楕円体34は、 $n_x \approx n_z < n_y$ の関係を満たしている (n_x 、 n_y は基板と平行な面内の主屈折率、 n_z は厚さ方向の主屈折率)。一方、光学補償シートの屈折率楕円体33は、 $n_x \approx n_z > n_y$ の関係を満たしている (即ち、光学的に負の一軸性で、光軸がシート面と平行あるいはほぼ平行である)。図3より、液晶層32をあらゆる角度から通過した全ての光は、光学補償シート31により補償されることが分かる。従って、レターシェーションの生ずる特定方向から入射した光も、光学補償シート31により補償される。即ち、電圧無印加における黒表示を、どのように斜めから見ても、光洩れが無く、非常に広い、CRTに匹敵する視野角特性を得ることができる。

【0017】上記液晶層の液晶分子は、図2に示されているように基板面に対してホモジニアス配向している。しかしながら、液晶分子の基板と平行な面における長軸方向が、厚さの変化と共に変化して、ねじれていてもよい。この場合、液晶の表示モードは、一般に複屈折モードではなく旋光性モードとなる。このような液晶の配向に対しては、光学補償シートも厚さの変化と共に液晶とは逆の方向に光軸がねじれているものを使用することが好ましい。このような光学補償シートは、例えば、ねじれに合わせて、光軸方向の異なる光学補償シートを複数積層することにより得られる。本発明で使用される光学*

$$20 \leq (n_x - n_y) \times d \leq 1000 \quad \dots (1)$$

$$0 \leq | (n_x - n_z) \times d | \leq 200 \quad \dots (2)$$

条件(1)は更に下記の条件(3)、特に条件(4)を※ ※満足することが好ましい。

$$50 \leq (n_x - n_y) \times d \leq 800 \quad \dots (3)$$

$$80 \leq (n_x - n_y) \times d \leq 500 \quad \dots (4)$$

また条件(2)は更に下記の条件(5)、特に条件 ★ ★ (6)を満足することが好ましい。

$$0 \leq | (n_x - n_z) \times d | \leq 100 \quad \dots (5)$$

$$0 \leq | (n_x - n_z) \times d | \leq 50 \quad \dots (6)$$

【0021】上記光学補償シートの作成に使用される材料については特に制限はない。種々のポリマー及び種々の液晶化合物を使用することができる。またそれぞれ二種以上使用しても良いし、ポリマー及び液晶化合物を併用してもよい。固有複屈折が負のポリマー、あるいは負の複屈折を有する液晶性ディスコティック化合物が好ましい。固有複屈折が負のポリマーとしては、スチレン系ポリマーを挙げることができる。スチレン系ポリマーは、スチレンあるいはスチレン誘導体の単独重合体；スチレンあるいはスチレン誘導体と他のモノマーとの共重合体；スチレンあるいはスチレン誘導体と他のモノマーから得られるグラフト共重合体；及びこれらのポリマーの混合物に大別することができる。

*補償シートは、光学的に負の一軸性で、シート面と平行な面に光軸を有するものである。しかしながら、光軸は基板に完全に平行でなくても良く、基板面から20度以内であれば傾いても、本発明の効果を得ることができる。

【0018】上記説明は、ノーマリーブラックモードについて行なったが、本発明の液晶表示装置は、ノーマリーホワイトモード(2枚の偏光板の偏光軸の配置の組み合わせを変えれば設定できる)でも使用することができる。どのモードの場合でも、黒表示を補償するように光学補償シートの光軸を設定することが好ましい。

【0019】本発明で使用される光学補償シートは、光学的に負の一軸性で、光軸が基板と平行な面にあることを特徴としている。光学補償シートは、STN-LCDの着色防止のために特に広く使用されている。本発明で使用される光学補償シートはこのようなSTN-LCD用の光学補償シートとは明確に異なる。即ち、STN-LCD用の光学補償シートは、通常、正の複屈折性を有するポリカーボネートフィルムであり、このようなフィルムは一般に $n_x > n_z > n_y$ の関係を満足するものであり、本発明で使用される光学補償シートとは明確に異なる。

【0020】本発明で使用される光学補償シートは、光学的に負の一軸性で、シート面と平行に光軸を有する。シートの面内の主屈折率を n_x 及び n_y ($n_x > n_y$ の条件下)とし、シートの法線方向(厚み方向)の主屈折率を n_z とし、そしてシートのnm換算の厚さを d とした時、下記の条件(1)及び(2)を満足することが好ましい。

$$20 \leq (n_x - n_y) \times d \leq 1000 \quad \dots (1)$$

$$0 \leq | (n_x - n_z) \times d | \leq 200 \quad \dots (2)$$

$$50 \leq (n_x - n_y) \times d \leq 800 \quad \dots (3)$$

$$80 \leq (n_x - n_y) \times d \leq 500 \quad \dots (4)$$

$$0 \leq | (n_x - n_z) \times d | \leq 100 \quad \dots (5)$$

$$0 \leq | (n_x - n_z) \times d | \leq 50 \quad \dots (6)$$

【0022】スチレンあるいはその誘導体の単独重合体の例としては、スチレン、 α -メチルスチレン、 α -メチルスチレン、 p -メチルスチレン、 p -クロロスチレン、 o -ニトロスチレン、 p -アミノスチレン、 p -カルボキシルスチレン、 p -フェニルスチレン及び2,5-ジクロロスチレンの単独重合体を挙げることができる。スチレンあるいはスチレン誘導体と他のモノマーとの共重合体の例としては、スチレン/アクリロニトリル共重合体、スチレン/メタクリロニトリル共重合体、スチレン/メタクリル酸メチル共重合体、スチレン/メタクリル酸エチル共重合体、スチレン/ α -クロロアクリロニトリル共重合体、スチレン/アクリル酸メチル共重合体、スチレン/アクリル酸エチル共重合体、スチレン

／アクリル酸ブチル共重合体、スチレン／アクリル酸共重合体、スチレン／メタクリル酸共重合体、スチレン／ブタジエン共重合体、スチレン／イソブレン共重合体、スチレン／無水マレイン酸共重合体、スチレン／イタコン酸共重合体、スチレン／ビニルカルバゾール共重合体、スチレン／N-フェニルアクリルアミド共重合体、スチレン／ビニルピリジン共重合体、スチレン／ビニルナフタレン共重合体、 α -メチルスチレン／アクリロニトリル共重合体、 α -メチルスチレン／メタクリロニトリル共重合体、 α -メチルスチレン／酢酸ビニル共重合体、スチレン／ α -メチルスチレン／アクリロニトリル共重合体、スチレン／ α -メチルスチレン／メチルメタクリレート共重合体、及びスチレン／スチレン誘導体共重合体を挙げることができる。

【0023】グラフト共重合体の例としては、下記のもの(p-1~p-17)を挙げることができる。ただし、(A)に幹ポリマー(ブロック共重合体でも良い)、(B)に枝部分(グラフト部分)を示す。また下記の量比は重量比を表わす。

[p-1] : (A1) / (B1) = 10 / 90

(A1) スチレン／ブタジエン共重合体 (20 / 80)

(B1) スチレン／アクリロニトリル／ α -メチルスチレン (60 / 20 / 20)

[p-2] : (A1) / (B1) = 5 / 95

[p-3] : (A1) / (B2) = 10 / 90

(B2) スチレン／アクリロニトリル (80 / 20)

[p-4] : (A1) / (B2) = 7 / 93

[p-5] : (A2) / (B3) = 12.5 / 87.5

(A2) スチレン／ブタジエン共重合体 (50 / 50)

(B3) スチレン／アクリロニトリル (75 / 25)

[p-6] : (A2) / (B4) = 15 / 85

(B4) スチレン／アクリロニトリル／ α -メチルスチレン (60 / 30 / 10)

[p-7] : (A2) / (B4) = 10 / 90

[p-8] : (A2) / (B3) = 10 / 90

[p-9] : (A3) / (B5) = 5 / 95

(A3) ポリブタジエン

(B5) スチレン／アクリロニトリル (70 / 30)

[p-10] : (A3) / (B6) = 10 / 90

(B6) スチレン／アクリロニトリル／メタクリロニトリル (75 / 15 / 10)

[p-11] : (A2) / (B7) = 12 / 88

(B7) スチレン

[p-12] : (A4) / (B8) = 10 / 90

(A4) スチレン／ブタジエン共重合体 (23 / 77)

(B8) スチレン／メチルメタクリレート／アクリロニトリル (70 / 10 / 20)

[p-13] : (A5) / (B9) = 10 / 90

(A5) ポリイソブレン

(B9) スチレン／*t*-ブチルスチレン (70 / 30)

[p-14] : (A6) / (B2) = 10 / 90

(A6) アクリロニトリル／ブタジエン共重合体 (50 / 50)

[p-15] : (A7) / (B1) = 12 / 88

(A7) アクリロニトリル／ブタジエン共重合体 (25 / 75)

[p-16] : (A8) / (B10) = 10 / 90

(A8) アクリル酸エチル／ブタジエン共重合体 (50 / 50)

(B10) スチレン／メチルメタクリレート (80 / 20)

[p-17] : (A9) / (B11) = 15 / 85

(A9) アクリル酸エチル／スチレン／ブタジエン共重合体 (40 / 30 / 30)

(B11) スチレン／メタクリロニトリル (75 / 25)

【0024】スチレン系ポリマーとしては、スチレン／ブタジエン共重合体に、スチレン、アクリロニトリル及び α -メチルスチレンからなる群の少なくとも一種をグラフト重合させたグラフト共重合体が好ましい。スチレン系ポリマーについては、特開平4-97322号公報及び特開平6-67169号公報に記載されている。光学的に負の一軸性で、基板と平行に光軸を有する本発明の光学補償シートは、例えば上記スチレン系ポリマー等の固有複屈折が負のポリマーを一軸延伸することにより得ることができる。

【0025】また、本発明の光学補償シートは、前記液晶性ディスコティック化合物を用いても得ることができる。即ち、トリアセチルセルローズ等の透明支持体上に垂直配向膜を設け、その上に液晶性ディスコティック化合物を含む塗布液を塗布乾燥してディスコティック化合物層を形成し、次いでこの層を加熱して液晶相(例、ディスコティック液晶相)を形成することにより、得られる。液晶性ディスコティック化合物の光軸が円盤面に垂直の方向にあることから、光軸を液晶層の面内に変えるため、即ち円盤面が支持体表面に垂直となるように上記配向膜上に設けられる。しかしながら、円盤面を90度まで起こすことは困難な場合が多く、前記ディスコティック化合物層の上にも、別に作製された配向膜を有する支持体の垂直配向膜面を圧着させて、この状態で加熱することにより、ほぼ90度まで円盤面を起こすことが容易となり、好ましい。上記ディスコティック化合物は、重合性の官能基を有し、液晶層を形成させた後紫外線の照射等により架橋(重合)させてもよい。重合した場合は一般に液晶性を失う。また、本発明の光学補償シートは、液晶性高分子を用いて作製してもよい。

【0026】前記図2で示すようなIPSモードを利用した液晶表示装置においては、液晶セル内の液晶に対して基板に平行又は略平行に電圧を印加する必要がある。そのために、例えば画素毎に二個の電極を同一基板上に

設けた、櫛歯状電極を用いることが一般的である。また、二個の電極を別の基板上に斜めに設けても良いが、同一基板上に設けることが好ましい。また、基板上にTFT（薄膜トランジスタ）やダイオード素子を設けてもよい。図4に、本発明で好ましく利用することができるTFT付き画素の電極（櫛歯状電極）の配置を示す。コモン電極41、画素電極42、そしてTFTを構成する信号電極43及び走査電極44から電極が構成されている。この電極部分が、通常一画素を構成する。IPSモードでは画素の周囲に電極があるため、必ずしも電極を透明にしないでよい。

【0027】またIPSモードでない、二枚の基板にそれぞれ対向電極を設けた液晶セルにおいては、液晶が遮蔽されているため、外部の電界の影響を受けることは少なかった。しかし、電極が基板面に平行に配置されたIPSモードの液晶セルでは、液晶が遮蔽されていないため、外部の電界の影響を受けて、液晶の配向状態が変化し、透過光の強度が変化することがある。従ってIPSモードの液晶セルには、液晶層を外部の電場から遮蔽するための保護絶縁膜を設けることが好ましい。これにより電極は遮蔽電極となる。

【0028】上記IPSモードで使用することができる液晶セルの液晶材料としては、液晶セルの基板面に平行、あるいはほぼ平行に配向するものであればどのような液晶でも使用することができる。一般にネマティック液晶が使用される。使用される液晶の誘電率異方性（ $\Delta\epsilon$ ）は正でも負でも良い。本発明では、液晶セル中での液晶は基板面に平行にホモジニアス配向していることが好ましいが、前述のようにツイスト配向していても良い。このような配向状態は、例えば基板表面の配向膜のラビング方向により制御することができる。上記IPSモードの液晶セルのギャップ d_c と液晶の屈折率異方性 Δn_c は、無彩色において透過率最大とするために、 $d_c \cdot \Delta n_c$ を0.1~1.0 μm の範囲を満足するように決定することが一般的で、0.2~0.5 μm の範囲とするのが好ましく、特に0.2~0.4 μm の範囲とするのが好ましい。

【0029】本発明の液晶表示装置は、IPSモード（基板面に平行に電圧を印加するモード）だけでなく、基板に垂直に電圧を付与するモードも利用することができる。但し、液晶セルに封入される液晶が基板面に平行または略平行に配向し且つ液晶の分子長軸の方向が、液晶セルに付与される電圧の変化により、基板に平行な面内で変化することが出来る液晶材料を用いることが必要である。このような液晶材料としては、強誘電液晶及び反強誘電液晶を挙げることができる。また本発明の液晶表示装置は、直視型でも、投射型でも利用することができ、また光変調素子としても使用することができる。

【0030】

【実施例】

（1-1）IPSモード液晶セル1の作製

一枚のガラス基板上に、隣接する電極間の距離が20 μm となるように、図4に示す櫛歯状電極を配設し、その上にポリイミド膜を配向膜として設け、ラビング処理を行なった。ラビング処理は、図5に示すように行なった。即ち、櫛歯状電極を構成する電極51、54の方向とx軸が直交するように配置した時、ラビング方向53とx軸となす角が88度となるように、ラビング処理を行なった。52は偏光板の透過軸（及び光学補償シートの光軸方向）、そして55は偏光板の透過軸である。別に用意した一枚のガラス基板の一方の表面にポリイミド膜を設け、ラビング処理を行なって配向膜とした。二枚のガラス基板を、配向膜同士が対向するように、かつ基板の間隔（ギャップ； d_c ）が3.9 μm で、二枚のガラス基板のラビング方向が平行となるようにして重ねて貼り合わせ、次いで屈折率異方性（ Δn_c ）が0.072及び誘電率異方性（ $\Delta\epsilon$ ）が正の4.5であるネマティック液晶組成物を封入した。 $d_c \cdot \Delta n_c$ の値は、281nmであった。

【0031】（1-2）IPSモード液晶セル2の作製

一枚のガラス基板上に、隣接する電極間の距離が20 μm となるように、図4に示す櫛歯状電極を配設し、その上にポリイミド膜を配向膜として設け、ラビング処理を行なった。ラビング処理は、図6に示すように行なった。即ち、櫛歯状電極の電極61、64の方向とx軸が直交した時、ラビング方向62とx軸となす角が90度となるように、ラビング処理を行なった。63は二枚の偏光板の透過軸である。別に用意した一枚のガラス基板の一方の表面にポリイミド膜を配向膜として設け、ラビング処理を行なった（ラビング方向63）。二枚のガラス基板を、配向膜同士が対向するように、かつ基板の間隔（ギャップ； d_c ）が6.5 μm で、二枚のガラス基板のラビング方向が直交するよう（即ちネマティック液晶が右ねじれとなるように）にして重ねて貼り合わせ、屈折率異方性（ Δn_c ）が0.072及び誘電率異方性（ $\Delta\epsilon$ ）が正の4.5であるネマティック液晶組成物を封入した。 $d_c \cdot \Delta n_c$ の値は、468nmであった。

【0032】（1-3）IPSモード液晶セル3の作製

一枚のガラス基板上に、隣接する電極間の距離が20 μm となるように、図4に示す櫛歯状電極を配設し、その上にポリイミド膜を配向膜として設け、ラビング処理を行なった。即ち、電極の方向とx軸が直交した時、ラビング方向とx軸となす角を15度となるように、ラビング処理を行なった。別に用意した一枚のガラス基板の一方の表面にポリイミド膜を配向膜として設け、ラビング処理を行なった。二枚のガラス基板を、配向膜同士が対向するように、かつ基板の間隔（ギャップ； d_c ）が6.3 μm で、二枚のガラス基板のラビング方向が平行となるようにして重ねて貼り合わせ、屈折率異方

性 (Δn_c) が 0.0437 及び誘電率異方性 ($\Delta \epsilon$) が負の -4.8 である液晶組成物 (ZLI-2806, メルク社製) を封入した。 $d_c \cdot \Delta n_c$ の値は、275 nm であった。

【0033】 (2-1) 光学補償シート 1 の作製

下記の (A) の共重合体 10 重量部に、下記 (B) のモノマー混合物 90 重量部をグラフト重合させたスチレン系ポリマー 170 g を二塩化メチレン 830 g に溶解させた。

(A) スチレン/ブタジエン共重合体 (重量比: 20/80)

(B) スチレン/アクリロニトリル/ α -メチルスチレン (重量比: 60/20/20)

この溶液を乾燥後の膜厚が $70 \mu\text{m}$ となるようにガラス板上に流延し、5 分間室温で放置した後、 45°C の温風で 20 分間乾燥させ、得られたフィルム (膜) をガラス板から剥した。このフィルムを矩形の枠に張り付け、 70°C で 1 時間乾燥させた。更に 110°C で 15 時間乾燥させた後、 115°C の条件で引張試験機 (ストログラフ R2、(株) 東洋精機製) で、1.9 倍の倍率で一軸延伸を行なった。上記のようにして、スチレン系ポリマーの一軸延伸フィルム (光学補償シート 1) を作製した。

(株) 島津製作所製エリプソメーター (AEP-100) を用いて得られたフィルムのレターデーションを測定した。即ち、前記条件 (1) の $(n_x - n_y) \times d$ は 122 nm であり、条件 (2) の $|(n_x - n_z) \times d|$ は 0 nm であった。また、シートの光軸はフィルム面に平行な方向にあった (即ちフィルム面内にあった)。

【0034】 (2-2) 光学補償シート 2 の作製

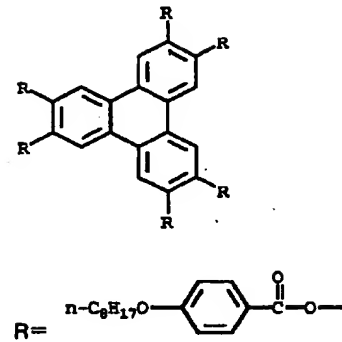
表面にゼラチン層 (厚さ: $0.1 \mu\text{m}$) が塗設されたトリアセチルセルロースフィルム (厚さ: $100 \mu\text{m}$ 、富士写真フィルム (株) 製) のゼラチン層上に、SiO を斜方蒸着することにより SiO 配向膜を形成した。この配向膜上に、下記のディスコティック液晶 (化合物

(1)) をメチルエチルケトンに溶解した塗布液 (10 重量% 溶液) を、スピンコート法 (2000 rpm) により塗布し、乾燥させ、ディスコティック液晶層を形成させた。

【0035】

【化 1】

化合物 (1)



【0036】 ディスコティック液晶層を形成していない以外は上記と同様にして作製された SiO 配向膜を有するトリアセチルセルロースフィルムを用意し、このフィルムを前記ディスコティック液晶層上に、このフィルムの配向膜とディスコティック液晶層とが接触するように重ね合わせた。得られた積層体を 180°C に加熱した後、室温まで冷却し、後で重ね合わせた SiO 配向膜を有するトリアセチルセルロースフィルムを剥し取り、配向したディスコティック液晶層 (膜厚: $1.5 \mu\text{m}$) を有するトリアセチルセルロースフィルムを作製した。上記のようにして得られたディスコティック液晶層を有するトリアセチルセルロースフィルム (光学補償シート 2) を、(株) 島津製作所製エリプソメーター (AEP-100) を用いてそのレターデーションを測定した。即ち、前記条件 (1) の $(n_x - n_y) \times d$ は 80 nm であり条件 (2) の $|(n_x - n_z) \times d|$ は 7 nm であった。また、シートの光軸はフィルム面に平行な方向にあった。

【0037】 (2-3) 光学補償シート 3 の作製

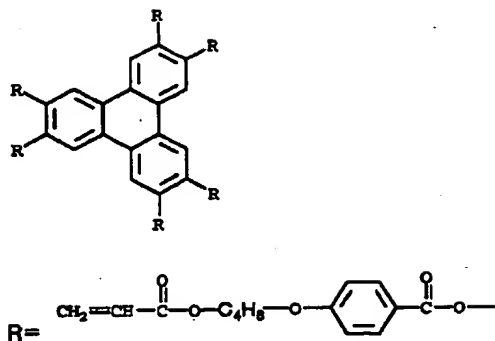
表面にゼラチン層 (厚さ: $0.1 \mu\text{m}$) が塗設されたトリアセチルセルロースフィルム (厚さ: $100 \mu\text{m}$ 、富士写真フィルム (株) 製) のゼラチン層上に、SiO を斜方蒸着することにより SiO 配向膜を形成した。この配向膜上に、下記のディスコティック液晶 (化合物

(2)) 1.8 g 及び光重合開始剤 (イルガキュア 907、チバガイギー (株) 製) 0.06 g をメチルエチルケトン 13.2 g に溶解した塗布液を、スピンコート法 (2000 rpm) により塗布し、乾燥させ、次いで 180°C まで加熱し、この温度を保持して高圧水銀灯を用いて 1 分間紫外線を照射し、室温まで放冷して、硬化ディスコティック液晶層 1 (膜厚: $1.7 \mu\text{m}$) を形成した。

【0038】

【化 2】

化合物(2)



【0039】硬化ディスコティック液晶層1の表面を、SiO₂配向膜の蒸着方向と22.5度の角度の方向にラビングし、その上に上記と同様にして硬化ディスコティック液晶層2を形成した。そして、この硬化ディスコティック液晶層2の表面を、硬化ディスコティック液晶層1のラビング方向と22.5度の角度の方向にラビングし、その上に上記と同様にして硬化ディスコティック液晶層3を形成した。更に、硬化ディスコティック液晶層3を形成する操作を2回繰り返すことにより、硬化ディスコティック液晶層4及び5を形成し、合計5層の硬化ディスコティック液晶層を形成した。上記積層体からトリアセチルセルロースフィルムを剥し取り、5層の硬化ディスコティック液晶層からなる光学補償シート3を得た。全ての硬化ディスコティック液晶層は、光軸を面内に有し、隣接する層の間で光軸が22.5度ずれて、5層の液晶層の光軸は左回りとなっていた。(株)島津製作所製エリブソメーター(AEP-100)を用いてそのレターデーションを測定した。即ち、前記条件(1)の $(n_x - n_y) \times d$ は各層94nmで、合計で470nmであった。そして条件(2)の $|(n_x - n_z) \times d|$ は5nmであった。また、シートの光軸はフィルム面に平行な方向にあった。

【0040】【実施例1】前記で作製したIPSモード液晶セル1の一方に、前記で作製した光学補償シート1を貼り付け、更に、光学補償シート1上及びIPSモード液晶セル1のもう一方の側に偏光板を、クロスニコルの配置で貼り付け、液晶表示装置を作製した。上記液晶表示装置では、偏光板の一方をその透過軸とx軸(図5)とが80度となるように、もう一方をその透過軸とx軸とが-10度となるように配置した。また、光学補償シートはその光軸がx軸と80度となるように、透過軸とx軸とが80度の偏光板と液晶セルとの間に配置した。この液晶表示装置に対して、55Hz矩形波で電圧を印加した。光の透過率が最大になる電圧をオン電圧、透過率が最小になる電圧をオフ電圧として設定した。階調特性の視野角依存性が最も大きい方向(本実施例の場合、図5のx軸に対して-45度の方向から135度の

方向)における8階調(グラフの8本の線で表される)の各階調の特性(透過率の視野角依存性)を大塚電子(株)製のLCD-5000を用いて測定した。その結果を図7に示す。

【0041】【実施例2】前記で作製したIPSモード液晶セル1の両側に、前記で作製した光学補償シート2を貼り付け、更にその両側に偏光板を、クロスニコルの配置で貼り付け、液晶表示装置を作製した。上記液晶表示装置では、偏光板の一方をその透過軸とx軸(図5)とが80度となるように、もう一方をその透過軸とx軸とが-10度となるように配置した。また、光学補償シートは両方とも、その光軸がx軸と80度となるように配置した。この液晶表示装置に対して、実施例1と同様に55Hz矩形波で電圧を印加した。即ち、図5のx軸に対して-45度の方向から135度の方向における8階調(グラフの8本の線で表される)の各階調の特性(透過率の視野角依存性)を大塚電子(株)製のLCD-5000を用いて測定した。その結果を図8に示す。

【0042】【比較例1】前記で作製したIPSモード液晶セル1の両側に偏光板を、クロスニコルの配置で貼り付け、液晶表示装置を作製した。光学補償シートを用いなかった。上記液晶表示装置では、実施例1と同様に、偏光板の一方をその透過軸とx軸とが80度となるように、もう一方をその透過軸とx軸とが-10度となるように配置した。実施例1と同様に図5のx軸に対して-45度の方向から135度の方向における8階調の各階調の特性(透過率の視野角依存性)を大塚電子(株)製のLCD-5000を用いて測定した。その結果を図9に示す。

【0043】【実施例3】前記で作製したIPSモード液晶セル2の一方に、前記で作製した光学補償シート3を貼り付け、更に、光学補償シート3上及びIPSモード液晶セル2のもう一方の側に偏光板を、クロスニコルの配置で貼り付け、液晶表示装置を作製した。上記液晶表示装置では、図6に示すように、偏光板の一方をその透過軸とx軸とが0度となるように、もう一方をその透過軸とx軸とが90度となるように配置した。また光学補償シート3は、その5層の液晶層の内液晶セル側の液晶層の光軸が、隣接する液晶セルの基板のラビング方向と平行となるように配置した。実施例1と同様に図6のx軸に対して-45度の方向から135度の方向の範囲における8階調の各階調の特性(透過率の視野角依存性)を大塚電子(株)製のLCD-5000を用いて測定した。その結果を図10に示す。

【0044】【比較例2】前記で作製したIPSモード液晶セル2の両側に偏光板を、平行に貼り付け、液晶表示装置を作製した。光学補償シートを用いなかった。上記液晶表示装置では、偏光板は、両方とも透過軸とx軸とが0度となるように配置した。実施例1と同様に

図6のx軸に対して-45度の方向から135度の方向における8階調の各階調の特性(透過率の視野角依存性)を大塚電子(株)製のLCD-5000を用いて測定した。その結果を図11に示す。

【0045】[実施例4] 前記で作製したIPSモード液晶セル3の一方に、前記で作製した光学補償シート1を貼り付け、更に、光学補償シート1上及びIPSモード液晶セル1のもう一方の側に偏光板を、クロスニコルの配置で貼り付け、液晶表示装置を作製した。上記液晶表示装置では、偏光板の一方をその透過軸とx軸(図5)とが20度となるように、もう一方をその透過軸とx軸とが-70度となるように配置した。また、光学補償シートはその光軸がx軸と20度となるように、透過軸とx軸とが20度の偏光板と液晶セルとの間に配置した。この液晶表示装置に対して、実施例1と同様にして55Hz矩形波で電圧を印加した。即ち、x軸に対して-45度の方向から135度の方向における8階調の各階調の特性(透過率の視野角依存性)を大塚電子(株)製のLCD-5000を用いて測定した。その結果を図12に示す。

【0046】実施例1~4で得られた液晶表示装置は、広い視野角で透過率が高く、8階調の各階調とも表示が良好で、高いコントラストを示した。一方、比較例1で得られた液晶表示装置は、高い透過率が高く、8階調の各階調とも良好な表示は、狭い視野角でしか得られなかった。比較例2の液晶表示装置は、黒表示が狭い視野角でしか得られなかった。

【0047】

【発明の効果】本発明の液晶表示装置は、正面コントラストを低下させずに、表示コントラスト及び表示色の視野角特性が改善され、広い視野角で階調反転現象が発生することがない。従って、このような視野角特性の優れた液晶表示装置はCRTとの代替も可能となる。特に、本発明の液晶表示装置はIPSモードを利用した場合に、上記のような優れた表示特性を有利に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明で有利に用いられるIPSモードによる液晶表示の原理を説明するための概略図である。

【図2】本発明のIPSモードによる液晶表示装置の構成の一例を示す概略図である。

【図3】本発明のIPSモードによる液晶セルの光学補償を行なう原理を示す模式図である。

【図4】本発明のIPSモードによる液晶表示装置の電極の構成の一例を示す概略図である。

【図5】本発明のIPSモードによる液晶表示装置の、偏光板の透過軸、光学補償シートの光軸及び液晶セルの配向膜のラビング方向の関係の一例を示す図である。

【図6】本発明のIPSモードによる液晶表示装置の、偏光板の透過軸および光学補償シートの光軸の関係の一例を示す図である。

【図7】実施例1の階調特性を示すグラフである。

【図8】実施例2の階調特性を示すグラフである。

【図9】比較例1の階調特性を示すグラフである。

【図10】実施例3の階調特性を示すグラフである。

【図11】比較例2の階調特性を示すグラフである。

【図12】実施例4の階調特性を示すグラフである。

【符号の説明】

11 光

12、19 偏光板

13、17 基板

14 電極

15 電界

16 ネマチック液晶分子

20 18 液晶の層を通過した光の偏光状態

21 a、21 b 偏光板

22 a、22 b 光学補償シート

23 a、23 b 透明基板

24 a、24 b 保護絶縁膜

25、27 線状の電極

26 a、26 b 液晶分子

28 矢印

29 a、29 b 電界

30 直交した矢印

30 31 光学補償シート

32 液晶層

33 光学補償シートの屈折率楕円体

34 液晶分子の屈折率楕円体

41 コモン電極

42 画素電極

43 信号電極

44 走査電極

51、54 電極

52 偏光板の透過軸(及び光学補償シートの光軸方向)

53 ラビング方向

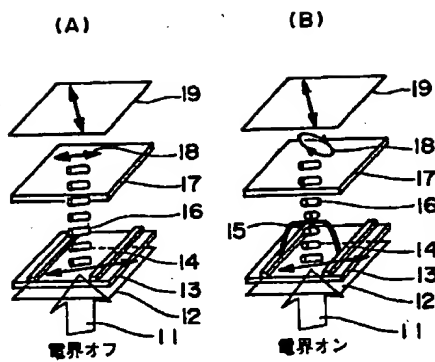
55 偏光板の透過軸

61、64 電極

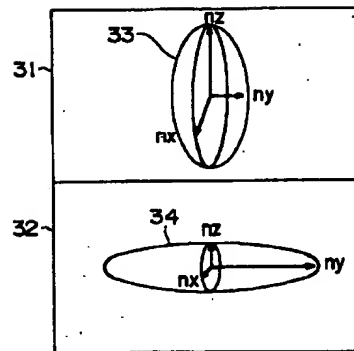
62 ラビング方向(偏光板の透過軸)

63 ラビング方向

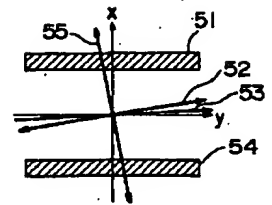
【図1】



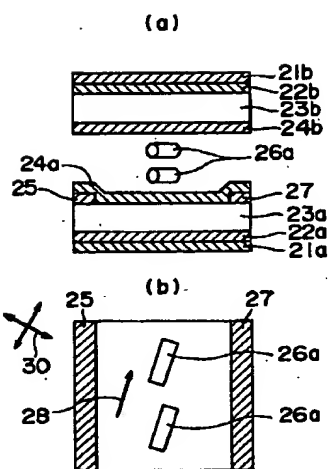
【図3】



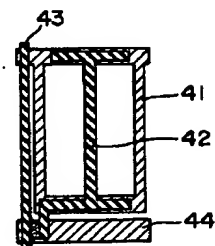
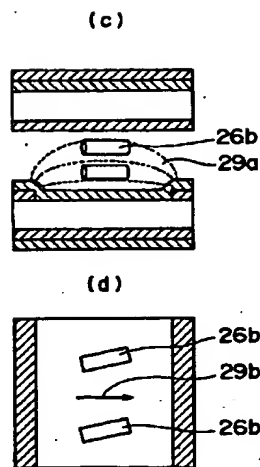
【図5】



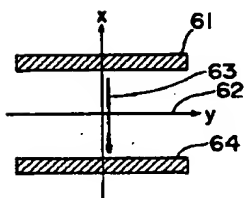
【図2】



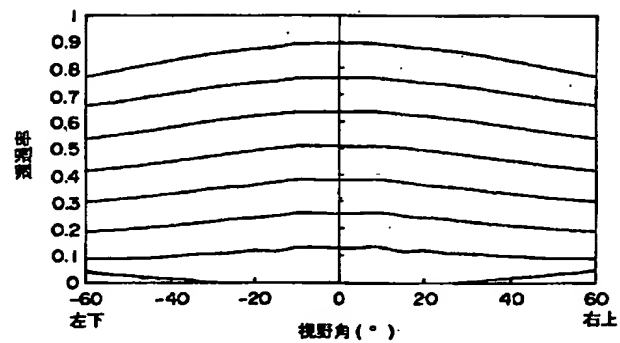
【図4】



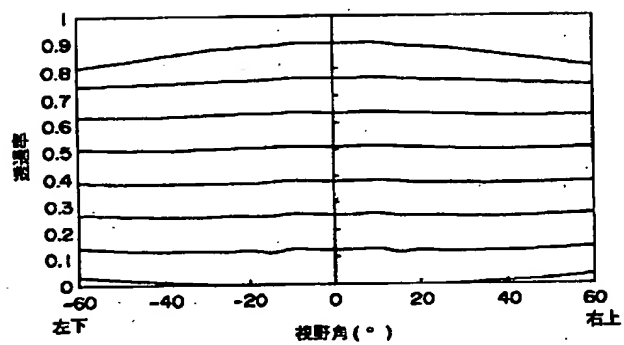
【図6】



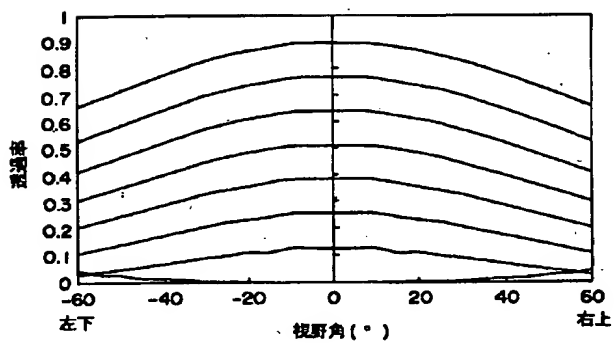
【図8】



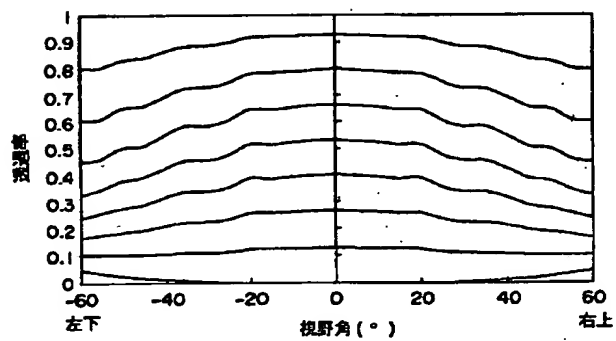
【図7】



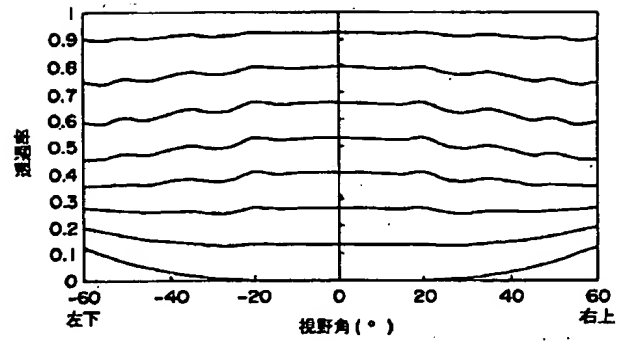
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

